

Georgi Rättel

Etäluettavien kulutusmittareiden integrointi rakennusautomaatiojärjestelmiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

18.4.2018

| | |
|--|--|
| <p>Tekijä Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p> | <p>Georgi Rättel Etäluettavien kulutusmittareiden integrointi rakennusautomaatiojärjestelmään</p> <p>31 sivua + 2 liitettä 18.4.2018</p> |
| Tutkinto | insinööri (AMK) |
| Tutkinto-ohjelma | Sähkö- ja automaatiotekniikka |
| Ammatillinen pääaine | Automaatiotekniikka |
| Ohjaajat | Projektipäällikkö Kai Tolvanen, Siemens Oy Lehtori Kristian Junno, Metropolia |
| <p>Opinnäytetyön aiheena oli kehittää työohjeistus etäluettavien mittareiden integrointiin taloautomaatiojärjestelmissä. Työn toimeksiantajana oli Siemens Osakeyhtiö.</p> <p>Työssä esitellään rakennusautomaatiotekniikan yleisimpien etäluentamittauksien väylätekniikoita. Tarkemmin M-Bus- ja Modbus-väyläprotokollia sekä niihin liitettäviä vesi-, sähkö- ja energiamittareita.</p> <p>Tarkkailun kohteena olivat sen lisäksi Siemens Oy:llä taloautomaatiojärjestelmien integrointiin käytettävät työtunnit ja materiaalit. Tavoitteena oli löytää projektikuluja, joissa voitaisiin tulevaisuudessa säästää.</p> <p>Opinnäytetyössä esitettyä informaatiota hyödynnettiin työohjeiden laadinnassa. Ohjeista pyrittiin tekemään niin yksinkertaiset ja helpot, että projektipäällikkö voisi keskittyä täysipainoisesti projektien hoitamiseen. Samalla projektikuluja pyrittiin vähentämään minimiin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin koottua etäluentamittareiden integroinnin suunnittelu- ja toteutusohjeet. Sen lisäksi luotiin ytimekäs dokumentaatio mittaustekniikan automaatiioväylistä ja niihin liitettävistä etäluentamittareista.</p> | |
| Avainsanat | kulutusmittarointi, etäluenta, integrointi, M-Bus, Modbus |

| | |
|---|--|
| Author Title | Georgi Rätzel Integration of Remote Consumption Meters into the Building Automation Systems |
| Number of Pages Date | 31 pages + 2 appendices 18 April 2018 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Electrical and Automation Engineering |
| Professional Major | Automation Engineering |
| Instructors | Kai Tolvanen, Project Manager Kristian Junno, Senior Lecturer |
| <p>The subject of the study was to develop the work instructions for the integration of remote reading meters into building automation systems. The work was commissioned by Siemens Ltd.</p> <p>The study focuses on the most common fieldbus technologies for the remote reading in the building automation systems. More specifically, M-Bus and Modbus bus protocols and water, electricity and energy meters, which can be attached to there.</p> <p>The objects of the observation were also the hours and materials used in the building automation systems integrations. The goal was to find project costs that the company could save in the future.</p> <p>The information presented in the thesis was used to formulate the working instructions. The appearance of instructions was done as simple as possible, so that the project manager could fully focus on managing the projects. These instructions would also minimize projects costs by saving working time and materials.</p> <p>The result is the design and implementation instructions for integration of remote reading meters. In addition, concise documentation of measurement technology and of remote reading meters was created.</p> | |
| Keywords | consumption metering, remote reading, integration, M-Bus, Modbus |

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Väyläratkaisut | 2 |
| 2.1 | Väylän määritelmä | 2 |
| 2.2 | Standardit | 3 |
| 2.3 | Keskitetty arkkitehtuuri | 3 |
| 2.4 | Hajautettu arkkitehtuuri | 4 |
| 2.5 | Topologiat | 5 |
| 2.5.1 | Sarjaan kytkentä | 6 |
| 2.5.2 | Tähtitopologia | 6 |
| 2.5.3 | Rengastopologia | 7 |
| 2.5.4 | Yhdistelmätopologia | 8 |
| 2.6 | Terminointi | 9 |
| 2.7 | OSI-malli | 10 |
| 3 | M-Bus | 12 |
| 3.1 | Yleistieto | 12 |
| 3.2 | Standardit | 12 |
| 3.3 | Järjestelmän rakenne ja toiminta | 12 |
| 3.3.1 | Laitteet | 13 |
| 3.3.2 | Topologiat | 13 |
| 3.3.3 | Väylä | 14 |
| 3.3.4 | Toimintaperiaate | 15 |
| 4 | ModBus | 16 |
| 4.1 | Yleistieto | 16 |
| 4.2 | Standardit | 16 |
| 4.3 | Järjestelmän rakenne ja toiminta | 17 |
| 4.3.1 | Laitteet | 17 |
| 4.3.2 | Topologiat | 17 |
| 4.3.3 | Väylä | 18 |
| 4.3.4 | Toimintaperiaate | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5 | Rakennusautomaation mittarointi | 20 |
| 5.1 | Vesimittarit | 21 |
| 5.1.1 | Mittaustavat | 22 |
| 5.1.2 | Rakenne ja kommunikointi | 23 |
| 5.1.3 | Asennustavat | 23 |
| 5.1.4 | Asennuskohteet | 25 |
| 5.2 | Sähkömittarit | 25 |
| 5.2.1 | Mittaustavat | 25 |
| 5.2.2 | Rakenne ja kommunikointi | 26 |
| 5.2.3 | Asennustavat | 27 |
| 5.2.4 | Asennuskohteet | 27 |
| 5.2.5 | Energiamittarit | 28 |
| 6 | Integroinnin suunnittelu- ja toteutusohje | 29 |
| 6.1 | Sisältö ja ulkonäkö | 29 |
| 6.2 | Käyttö | 30 |
| 7 | Tulokset | 30 |
| | Lähteet | 31 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. M-Bus-integrointi | |
| | Liite 2. Modbus-integrointi | |

Lyhenteet ja käsitteet

| | |
|-----------|---|
| AMR | Automatic meter reading. Kulutusmittareiden kaukoluentaan perustuva teknologia. |
| ASCII | American Standard Code for Information Interchange. Amerikan englantiin perustuva tietokonemerkistö. |
| CAT5/6 | Tiedonsiirtoon tarkoitettu kierretty parikaapeli. |
| COM | Sarjakommunikointiliitäntä. |
| Ethernet | Automaatiojärjestelmissä käytetty pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu. |
| ISO | International Standard Organization. Kansainvälinen standardijärjestö. |
| M-Bus | Mittaustietojen välittämiseen tarkoitettu automaatiöväylä. |
| Modbus | Rekisteripohjainen tiedonsiirtoprotokolla, joka mahdollistaa samaan verkkoon kytkettyjen verkkolaitteiden välisen kommunikoinnin. |
| OSI-malli | Open Systems Interconnection Reference Model. Seitsemäkerroksinen malli tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmistä. |
| PLC | Programmable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka. |
| RS-232 | Tiedonsiirtostandardi, joka on tarkoitettu väyläpohjaiseen tiedonsiirtoon kahden laitteen välillä. |
| RS-485 | Balansoitu tiedonsiirtostandardi, joka on tarkoitettu väyläpohjaiseen tiedonsiirtoon usean laitteen välillä. |
| RTU | Remote Terminal Unit. Kompakti binaarinen dataesitysmuoto sarjaliikennekommunikoinnissa. |
| TCP/IP | Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Internet-liikennöinnissä käytetty protokolla. |

1 Johdanto

Insinööritö tehdään Siemens Oy:n taloautomaation toimiyksikölle. Siemens tarjoaa maailmanlaajuisesti energiatehokkaimpien rakennusautomaatiojärjestelmien lisäksi lukuisia sähköalan tuotteita ja palveluja. Toimialoja on tietoliikennetekniikassa, energiatuotannossa, terveydenhuollon tekniikassa, automaatiotekniikassa, valaistuksessa sekä liikennetekniikassa. Siemens työllistää eri puolilla maailmaa noin 377 000 henkilöä. [1.]

Työn aiheena olevan etäluentamittareiden integrointi taloautomaatiojärjestelmiin on jatkuvasti yleistymässä uusissa rakennuskohteissa. Se mahdollistaa mittareiden luennan etäisesti. Sen lisäksi järjestelmää on edullisempaa ja käytännöllisempää toteuttaa verrattuna vanhempaan, paikalliseen järjestelmään.

Yrityksessä on todettu taloautomaation integroinnin projektikulujen olevan kustannuksiltaan kilpailukyvyttömiä. Siitä johtuen yrityksen työntekijöille päätettiin tehdä yleiset työohjeet, joissa pyritään karsimaan projektikustannuksia minimiin.

Tässä insinööritöössä laaditaan projektipäälliköille suunnatut työohjeet, jotka liittyvät etäluettavien kulutusmittareiden integrointiin rakennusautomaatiojärjestelmiin. Työohjeissa huomioidaan projektiin kuuluvat aika- ja materiaalikulut, jolloin ohjeiden pyrkimyksenä on saavuttaa mahdollisimman tehokas toteutustapa projektille. Insinööritöön liitteeksi ovat koottuja kyseiset työohjeet, jotka sisältävät projektin suunnittelu- ja toteutusvaiheet.

2 Väyläratkaisut

Tässä osassa käsitellään rakennusautomaation kulutustietojen mittaamisessa käytettäviä kenttäväyliä. Väylät yleisesti toimivat automaatiojärjestelmän kommunikoinnin välittäjinä. Ilman kenttäväyliä kommunikointi ei tulisi toimimaan laitteiden välillä, jolloin on muodostettu erilaisia rajapintoja mahdollistaen laitteiden välisen kommunikoinnin.

2.1 Väylän määritelmä

Kenttäväylä on automaatiossa käytettävä tiedonsiirtoratkaisu. Se mahdollistaa kokonaisten automaatiojärjestelmien integroinnin. Kenttäväylään kytketään ohjelmoitavia logiikoita, valvomoita, erillisnäyttöjä sekä älykkäitä mittaus- ja ohjauslaitteita, jotka pystyvät itsenäisesti kommunikoimaan keskenään. Väylään kytkettyjen laitteiden välinen kommunikointi on kaksisuuntaista, jolloin dataa pystytään siirtämään hyvin pienillä vasteajoilla laitteelta laitteelle.

Ennen kenttäväyliä on käytetty perinteistä järjestelmää, jossa toiminta perustui siihen, että mittauslaite ohjasi sille määrättyä ohjauslaitetta. Silloin datan tarkkailu oli käytännössä mahdotonta, koska laitteet eivät olleet kytköksissä muuhun järjestelmään. Nykyaikainen kenttäväyläratkaisu tuo kuitenkin paljon hyviä mahdollisuuksia, kuten myös datan ja kunnossapidon tarkkailun mahdollistamisen. Se on kehittynyt perinteisestä ratkaisusta 1980-luvulla. Siitä lähtien väylässä kulkevan informaation määrä on kasvanut moninkertaiseksi. Se vaatii kuitenkin sen, että samassa väylässä olevien laitteiden on tuettava toisiaan protokollan mukaisesti. [2.]

Kenttäväylät palvelevat niin teollisuusautomaatiota kuin rakennusautomaatiotakin. Esimerkiksi rakennusautomaatiossa rakennetut ilmanvaihdot, lämmitykset, valaistukset, vesi- ja energiamittaukset sekä hälytysjärjestelmät ovat yhä yleisemmin toteutettuja kenttäväyliä käyttäen.

Kenttäväyläratkaisun etuna on väylässä kulkevan tiedon kattava määrä. Se vähentää kaapelointitarvetta, koska yhden mittausarvon lisäksi voidaan siirtää hälytyksiä ja muita vaihtoehtoisia mittausarvoja samaa johdinta pitkin. Näin järjestelmästä saadaan hyvin yksinkertainen vähentämällä kaapelin asennuksia ja ristikytkentätiloja.

2.2 Standardit

Protokolla määrittää laitteiden sopivuuden kenttäväylässä. Se pohjautuu standardeihin, joita kannattaa noudattaa automaatiojärjestelmän asennusvaiheessa ja jälkisanerauksissa. Standardit määräävät sen, että eri laitteiden on kommunikoitava samalla toimintalogiikalla sekä väyläliitännän on tuettava haluttua väylää. Mikäli laite ei tue väylästandardia, kommunikointia ei saada toimimaan ja pahimmassa tapauksessa koko järjestelmä voi kaatua.

Automaatioasennuksissa on myös noudatettava sähkötyöturvallisuusmääräyksiä ja sähköistykseen liittyviä laitestandardeja.

2.3 Keskitetty arkkitehtuuri

Keskitetty järjestelmä tarkoittaa automaatiojärjestelmäratkaisua, jossa on yksi keskusyksikkö. Keskusyksikkö ohjaa tässä tapauksessa koko järjestelmän toimintaa. Itse järjestelmä koostuu laitteista, jotka kuuluvat samaan tuoteperheeseen. Muiden valmistajien laitteita ei tueta, mikäli ne eivät täytä järjestelmän valmistajan standardeja. [2.]

Järjestelmän toiminta perustuu tasoihin, jolloin ylemmällä tasolla oleva keskusyksikkö kerää alemmilta tasoilta tietoja ja niiden perusteella ohjaa koko järjestelmää. Keskusyksikkö kerää tietoja mittauslaitteilta, lähettämällä kyselyitä, joihin mittauslaite vastaa. Mikäli laite ei vastaa, keskusyksikölle tulee siitä häiriöviesti, josta ilmoitetaan järjestelmän valvojalle. Vian korjattua järjestelmä osaa palata normaaliin toimintatilaan. Väylän ohjaustoiminta perustuu käskypohjaiseen kommunikointiin, jolloin väylässä oleva ohjauslaite toimii keskusyksiköltä saamiensa käskyjen pohjalta.

Heikkoutena tässä järjestelmässä on se, että keskusyksikkö vikaantuu. Tämän sattuessa koko järjestelmä menee epäkuntoon. Sen lisäksi laitteiden kilpailutus keskitetyssä järjestelmässä on käytännössä mahdotonta, koska laitteet tulee tilata samalta valmistajalta koko järjestelmän elinkaaren ajan. Järjestelmien päivitykset tulee tehdä samoilla laitekannoilla, jolloin huolto- ja päivityshinnat ovat korkeita. Siirtyminen taas toiselle laitevalmistajalle on kallista, koska siinä tapauksessa koko vanha järjestelmä tulee purkaa ja asentaa tilalle uusi.

Hyvin yleistä on se, että isoissa kohteissa on monen eri valmistajan keskitettyjä järjestelmiä. Jokainen keskitetty järjestelmä vaatii myös oman valvomonsa. Tämä tarkoittaa sitä, että tällaisessa järjestelmässä on monta valvomoa, jolloin käyttöhenkilökunnalle on myös koulutettava eri laitevalmistajien asennettujen järjestelmien käyttötavat.

2.4 Hajautettu arkkitehtuuri

Hajautettu järjestelmä tarkoittaa useiden keskusyksiköiden liittämistä samaan väylään. Keskusyksiköt kommunikoivat keskenään Ethernet-kaapelia pitkin TCP/IP-yhteyden kautta. Lyhenne tulee sanoista Transmission Control Protocol. Keskusyksiköiden IP-osoitteet sijoitetaan samalle IP-avaruudelle, jolloin ne tunnistavat toisensa verkossa. Keskusyksiköiden välinen kommunikointi mahdollistaa järjestelmän pilkkomisen pienempiin, yksinkertaisimpiin osiin. Etuna tässä järjestelmässä on välttyminen vaaratilanteilta, kun yksittäinen keskusyksikkö vikaantuu. Vian sattuessaa vain osa järjestelmästä menee epäkuntoon. Sen lisäksi saadaan valvomoon ilmoitus toimivalta yksiköltä, että vikaantunut keskusyksikkö on hävinnyt väyläkommunikoinnista. [3.]

Keskusyksiköt jakavat oman osa-alueen mittaus- ja ohjausmuuttujia toisilleen. Näitä muuttujia kutsutaan globaaleiksi muuttujiksi, tarkemmin niitä voidaan hyödyntää koko järjestelmän toiminnassa. Se vähentää asennuksia. Esimerkiksi ulkolämpötilamittaus on yleinen globaali muuttuja yksittäisessä automaatiokohteessa. Ulkolämpötilamittarin arvon suuruus pysyy samana asennuspaikasta huolimatta, joten voidaan hyödyntää yhtä mittausarvoa koko järjestelmässä.

Hajautetussa järjestelmässä koko järjestelmä rakennetaan yhden valvomon taakse. Se helpottaa toimintojen tarkkailua ja vähentää henkilökunnan koulutuksen tarvetta.

Hajautetut järjestelmät ovat hyvin yleisiä nykypäivänä ja niissä hyvin tyypillisesti käytetään myös avointa järjestelmää.

Avoin järjestelmä mahdollistaa automaattioratkaisuja, joissa samassa väylässä on useita eri valmistajien laitteita. On luotu yleisiä protokollia, jotka pohjautuvat tiettyihin standardeihin, joita laitevalmistajat voivat vapaaehtoisesti noudattaa. Mikäli käytetään samaan protokollaan pohjautuvia laitteita, voivat ne kommunikoida keskenään, ja

laitelisäykset väylään onnistuvat helpommin. Tämä mahdollistaa vapaan laitteiden kilpailutuksen. [2.]

Protokollat ovat kaikille valmistajille vapaita, mutta niistä saatetaan periä lisenssimaksuja. Niistä löytyvät tarkat määräykset sille, kuinka väyläasennukset tulee suunnitella ja toteuttaa. Sen lisäksi protokollasta löytyvät väylän kommunikointitavat ja -kriteerit.

Avoimissa protokollissa väylätekniikka ei ole salaista, mutta siitä huolimatta on olemassa suljettuja väylästandardeja, jotka ovat salaisia [3]. Ne ovat hyvin harvinaisia väylätekniikoita, koska suljetut standardit eivät ole levinneet kovinkaan laajalle vähäisen kysynnän vuoksi.

2.5 Topologiat

Automaatiojärjestelmien kommunikoinnissa topologia tarkoittaa erilaisia, fyysisiä kaapelointitapoja, joilla verkko muodostetaan. Topologioille ei ole tarkkaa standardia, mutta ne ovat usein mainittuja väylien asennusohjeissa. Tiedetyt väylätyypit tukevat tiettyjä topologiaratkaisuja. [3.]

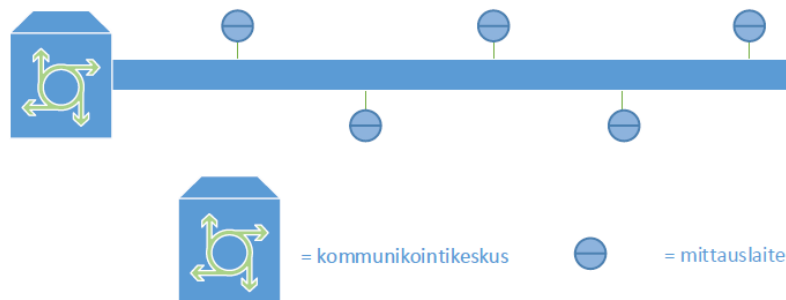
Kaikki yhden automaatiojärjestelmän verkkolaitteet kytketään samaan verkkoon. Tarkemmin kaikki kytkennät tehdään samaan kaapeliin, jota pitkin laitteiden välinen kommunikointi tapahtuu. Langattomat ratkaisut yhdistetään järjestelmään radioverkkoa käyttäen.

Väylätologia, väylän pituus, kaapelityyppi ja laitteiden lukumäärä verkossa määräävät väylässä tapahtuvan kommunikoinnin maksiminopeuden. Väylissä tapahtuva kommunikointi perustuu kyselyihin ja vastauksiin, jolloin isäntälaitte kykenee kommunikoimaan yhden orjan kanssa kerrallaan. Mikäli laitelisäyksiä tehdään olemassa olevaan järjestelmään, kommunikointi hidastuu. Kaapelit pystyvät siirtämään dataa tietyllä nopeudella tiettyä kaapelipituutta kohden, joten myös lisääntyvä kaapelin pituus voi aiheuttaa kommunikoinnin hidastumista. Yleensä verkossa oleva kommunikointinopeus asetetaan verkon asennusvaiheessa, jolloin jokaisessa verkon kohdassa datasiirto on suoritettava samalla nopeudella.

Järjestelmätopologia kannattaa valita suunnitteluvaiheessa tarkasti, koska mahdollisimman tehokas ratkaisu saavutetaan käyttämällä mahdollisimman vähän väyläkaapelia. Samalla se on usein myös taloudellisempi vaihtoehto. Kannattavaa on myös jättää väylään tilaa vapaille laitepisteille mahdollisia lisäyksiä varten. Mikäli väylälaitteiden määrä uhkaa ylittää väyläkohtaisen standardin määräyksen voidaan laitteiden määrää kasvattaa suunnittelemalla useampia väyliä. Seuraavaksi on esitetty erilaisia väylätopologiaratkaisuja. [3.]

2.5.1 Sarjaan kytkentä

Sarjaan kytkennässä väylän verkkolaitteet kytketään sarjaan niin, että kommunikointikaapeli siirtyy laitteelta laitteelle. Tarkemmin kaikki laitteet sijoittuvat kommunikointikeskuksen ja päätelaitteen välillä. Tyypillisesti tässä ratkaisussa laitteissa käytetään samaa liitäntäpaikkaa kahdelle väyläjohtimelle, eli tulevalle ja lähtevälle johtimelle. Kuvassa 1 on havainnollistettu sarjaan kytketyn väyläratkaisu.



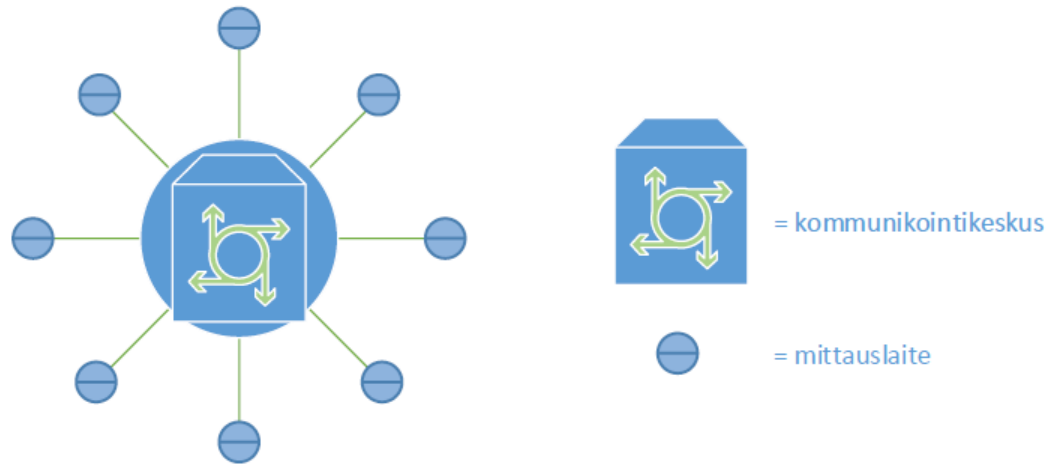
Kuva 1. Sarjaan kytketyn väylän rakenne

Sarjaankytkennässä suositellaan päätevastuksen asettamisen varsinkin pitkissä väyläjärjestelmissä, joissa on paljon verkkolaitteita.

2.5.2 Tähtitopologia

Tähtitopologia muodostaa nimensä mukaisesti tähtimaisen väylärakenteen (kuva 2). Väylä kulkee kytkentäkeskukseen, josta se haarautuu laitteille.

Kytcentäkeskuksen muodostaa yleensä reititin, kytkin tai säädin. Sen vioittuessa koko järjestelmä menee toimintakyvyttömäksi. Kaapelin tarve tässä ratkaisussa on myös suuri, mikä vaikuttaa asennuskustannuksiin.



Kuva 2. Tähteen kytketyn väylän rakenne

Mallia on kuitenkin helppoa rakentaa, koska se on hyvin yksinkertainen. Vikatilanteissa tähtitopologiassa vika-alue voidaan rajata helposti.

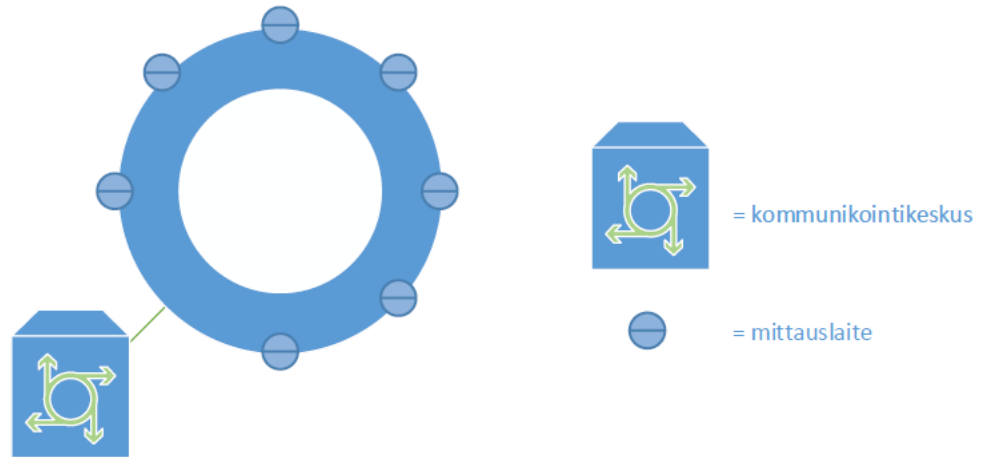
2.5.3 Rengastopologia

Kuvan 3 mukaisesti rengastopologiassa kaikki väylälaitteet kytketään sarjaan, jolloin kytkennät muodostavat rengasmaisen muodon. Muodon ei kuitenkaan tarvitse olla säännöllinen. Kommunikointidata kiertää kaikki laitteet ja palaa takaisin lähtöpaikkaan eli keskusyksikölle.

Rengastopologiaan ei aseteta päätevastuksia, koska data kulkee vain yhteen suuntaa eikä törmäyksiä tässä tapauksessa voi sattua. Sen lisäksi laitteet vahvistavat saamaansa viestiä ja lähettävät sitä eteenpäin, mikä parantaa häiriönsietokykyä.

Rengastopologiaa käytetään usein Ethernet-verkon muodostamisessa, koska johdon katketessa signaali osaa kulkea rengasverkossa toista kautta. Samalla kytkin tai reititin osaa ilmoittaa häiriöstä järjestelmän käyttäjälle. Tämän jälkeen käyttäjän tulisi korjata vika mahdollisimman pian.

Tämä malli ei ole kovin käytännöllinen kenttäväylissä, koska yhden laitteen vioittuessa, koko järjestelmä menee epäkuntoon. Kenttäväylät eivät osa kommunikoida Ethernet-verkon tapaan; toista kautta vian sattuessa sekä vian paikallistaminen on hankalaa. Harvat väylästandardit tukevat rengastopologiaa, ja sen käyttöä automaatiojärjestelmissä pyritään yleensä välttämään.

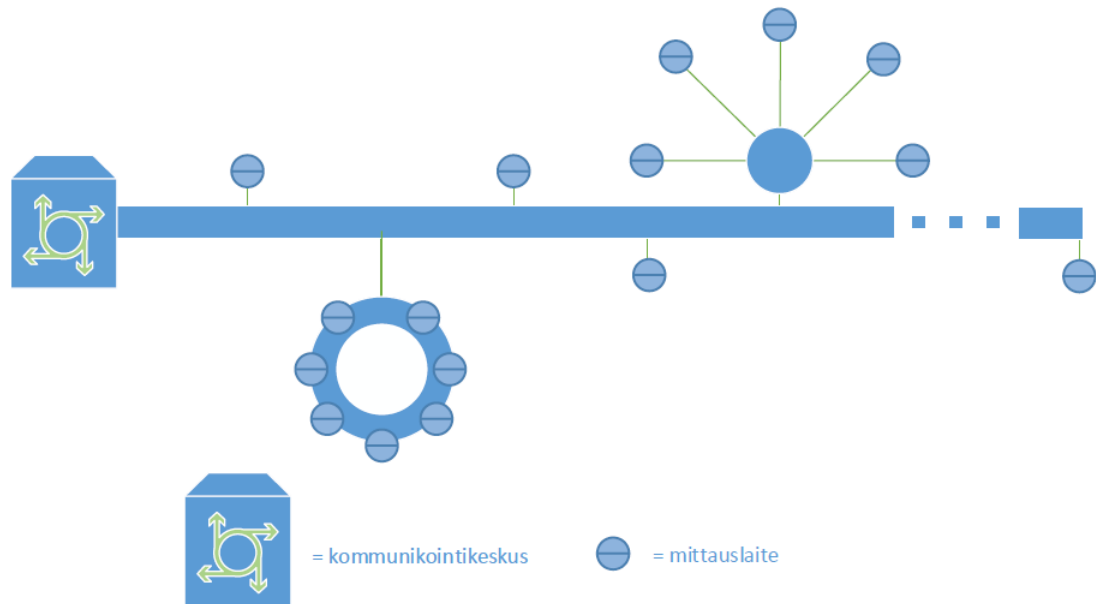


Kuva 3. Väylän rengastopologiakytkentä

2.5.4 Yhdistelmätopologia

Yhdistelmätopologia muodostuu laitteiden sarjaankytkennästä ja tähtitopologiasta (kuva 4). Tähtitopologian tapaan se saattaa tarvita kytkentäkeskuksen tapauksissa, jossa halutaan haaroittaa väylää.

Yhdistelmätopologian etuna on helppo joustavuus järjestelmän laajennettaessa sekä halvat asennuskustannukset, koska malli tukee kaapelin säästöä.



Kuva 4. Väylän yhdistelmätopologiaratkaisu

2.6 Terminointi

Väylissä saattaa tapahtua signaalin sisäistä heijastumista, mikä aiheuttaa häiriöitä laitteiden välisessä kommunikoinnissa. Tarkemmin signaalin saavuttua väylän päässä sijaitsevaan päätelaitteeseen, signaali heijastuu takaisin väyläkaapelia pitkin. Tämän vuoksi päätelaitteisiin asennetaan terminointivastus, joka absorboi tulevan signaalin. Terminointivastus on yleensä 100–200 ohmin vastus, joka asennetaan laitteen väyläliitäntään. Kuvassa 5 on esitetty erilaisia fyysisiä terminointivastuksia. Erillistä vastusta ei tarvita, jos kyseessä on älykäs kenttälaite, joka sisältää sisäisen vastuksen ja jonka voi asettaa ohjelmallisesti laitteen konfiguroinnin yhteydessä.

Tietyt väyläprotokollat suosittelevat terminoinnin asettamista väylän päihin, mutta se ei ole pakollinen toimenpide.



Terminointipääte



120 Ohm vastus

Kuva 5. Kenttäväylissä käytettävät fyysiset terminointivastukset

2.7 OSI-malli

Open Systems Interconnection Reference Model eli OSI-malli on viitekehys, johon rakennusautomaatioväylän tiedonsiirron protokollat perustuvat. Malli sai alkunsa 1980-luvulla, jolloin perustettiin seitsemän kerroksinen tiedonsiirron palvelumalli. Mallin perustajana ja ylläpitäjänä toimii ISO (International Standard Organization), eli kansainvälinen standardijärjestö. Tarkoituksena oli perustaa yhteinen ratkaisu kaikille automaatioväylille, jolla väylät kommunikoisivat keskenään. Automaatioväylien kehittäjät käyttävät OSI-mallia tiedonsiirron pohjana, jolloin kommunikointitavat ovat tehtyjä mahdollisimman yhdenmukaisiksi sekä väylien yhdistäminen mahdollistetaan erillisillä väyläkääntäjillä. [4.]

Kuvassa 6 näkyvän mallin mukaan ylemmät kerrokset käyttävät alempien kerrosten tarjoamia toimintoja, joita alemmat kerrokset tarjoavat. Jokainen OSI-mallin kerroksista on ainutlaatuinen. Yhdenmukaisuus säilyy, vaikka eri kerroksia kehitettäisiin eri kehitysasteille.

| NUMERO | kerros | TARKOITUS |
|--------|-------------|--|
| 7 | sovellus | itse sovellukset |
| 6 | esitystapa | yhteinen datan esitysmuoto (esim. miten esitetään rivinvaihto) |
| 5 | yhteysjakso | yhteyksien hallinta ja synkronointi |
| 4 | kuljetus | sovellusten osoittaminen ja virheiden korjaus |
| 3 | verkko | verkkojen yhdistäminen ja siirto verkkojen välillä |
| 2 | siirto | bittien siirtäminen yhden verkon sisällä |
| 1 | fyysinen | fyysiset liitännät |

Kuva 6. OSI-malli [4.]

2.8 Väyläratkaisujen yhdistäminen

Automaatioväylän suunnittelussa on huomioitava kaikkien asennettavien verkkolaitteiden protokollat. Jos väylään asennetaan protokollan vastainen laite, väylä ei todennäköisesti tule toimimaan oikein. On mahdollista myös yhdistellä eri protokollia toisiinsa, mutta silloin tarvitaan erillinen kääntäjälaite [4]. Kuvassa 7. on havainnollistettu rakennusautomaatiossa yleisemmin käytettyjä väyläratkaisuja.



Kuva 7. Rakennusautomaatiossa yleisemmin käytettyjä väyläprotokollia

3 M-Bus

3.1 Yleistieto

M-Bus on automaatiojärjestelmiin tarkoitettu kenttäväylä, joka soveltuu mittareiden kulutustietojen etäluentaan. Väylästä käytetään myös nimitystä Meter-Bus. M-Bus-kenttäväyläratkaisu on luotettava ja kustannustehokas sekä sen suurin etu on eri laitevalmistajien laitteiden yhteensopivuus samassa järjestelmässä. Se takaa samalla lukuisia lukuvalintoja mittareilta, joita pystytään valitsemaan asiakkaan tarpeen mukaan. [5.]

M-Bus-väyläratkaisuja käytetään hyvin paljon teollisuuslaitoksilla sekä kerros- ja rivitalojen kulutustietojen mittauksissa. Monipuoliset järjestelmäkomponentit soveltuvat asennettavaksi sekä pieniin asuintiloihin että isoihin kauppakeskus- ja teollisuuskokonaisuuksiin.

3.2 Standardit

M-Bus on standardoitu eurooppalaisen EN 13757-tiedonsiirtoprotokollan mukaisesti. Samassa protokollassa esiintyy myös väylän langattoman ratkaisun standardi EN 13757-4. Laaja määrä tuotevalmistajia rakennusautomaatiossa tukee kyseistä standardia, mikä mahdollistaa helpon integroinnin järjestelmätasolla. Protokollan mukaan M-Bus ei sovellu hälytystietojen siirtämiseen, mutta ohjelmallisesti voidaan kuitenkin käyttää mittausarvoja hälytyspisteinä. Siinä tapauksessa välitetään hälytystieto mittausarvomuodossa, jolloin ohjelma kääntää mittausarvon hälytystiedoksi. [6.]

3.3 Järjestelmän rakenne ja toiminta

M-Bus-mittausjärjestelmä sisältää kaikki komponentit mittareiden luentaa varten. Tarkemmin järjestelmä koostuu yhdestä keskuksesta sekä yhdestä tai useammista mittaus- ja ohjauslaitteista. Komponentit on yleensä tilattava erikseen, jolloin niiden on oltava M-Bus-protokollan mukaisia.

3.3.1 Laitteet

Kommunikoinnin pääkeskus eli prosessori sijaitsee kohteen alakeskuksessa. Prosessorista käytetään lyhennettä PLC, joka tulee englanninkielisistä sanoista Programmable Logic Controller. Sen tehtävänä on keskustella mittauslaitteiden kanssa. PLC lähettää tietyin aikavälein kyselyitä mittauslaitteille ja tallentaa saadut vastaukset muistiin. Tallennettu mittausdata välitetään usein alakeskukselta valvomoon, jolloin mittausarvoja voidaan tarkkailla etäisesti. Kommunikointi vaatii M-Bus-tietoliikennöinnin mahdollistavan RS232- tai RS485-liitännän. Mikäli PLC ei sisällä tarvittavaa liitainta, siihen voidaan kytkeä erillinen M-Bus-kommunikointikortti. Liitännän lisäksi PLC vaatii erillisen 24 V:n käyttöjännitteen. M-Bus-väyläjännite syötetään suoraan väylään, jolloin verkkolaitteissa ei tarvitse olla erillisiä jänniteliitäntöjä. M-Bus-väyläjärjestelmässä on oltava väylän ohjauslaitteen ja ensimmäisen mittarin välillä väylävahvistin, joka kääntää väyläsignaalin ohjauslaitteelle ymmärrettävään muotoon. Järjestelmässä voi olla kuitenkin vain yksi vahvistinlaite.

Rakennusautomaatiossa M-Bus-järjestelmä tarjoaa etämittauksia vesi- ja kaukolämpömittareilta. Järjestelmällä voidaan mitata myös sähköenergiamittauksia, mutta ne ovat suhteellisen harvoja. Mittareissa on pulssisovitin, joka mahdollistaa mittareiden integroinnin automaatiojärjestelmään. Pulssisovitin kääntää anturilta saadun tiedon sopivaan tietoliikennemuotoon. Sovitin sisältää myös liitäntäpaikan M-Bus-väylää varten.

Yleisimpiä M-Bus-protokollaa tukevia laitevalmistajia Suomen markkinoilla ovat Kamstrup, Siemens ja B-Meters.

3.3.2 Topologiat

M-Bus-protokolla tukee sarja-, tähti-, rengas- ja yhdistelmätopologiaa. Sarjaan kytkennässä, mittauslaittekohtaisesti liitäntäpaikkaan kytketään sekä edellinen että seuraava mittari. Tähti- ja yhdistelmätopologiassa tarvitaan erilliset keruuyksiköt, joista väylä haarautuu tähtimaisesti. Keruuyksiköstä löytyy RS232- tai CAT5/6-liitäntä, jolla mahdollistetaan keruuyksikön kommunikointi PLC:n kanssa. Keruuyksiköitä voidaan kytkeä kuitenkin sarjaan, samalla mahdollistaen yhdistelmätopologian.

Rengastopologiaa tulisi välttää, koska yhden M-Bus-verkkolaitteen vioittuessa koko järjestelmä lamaantuu sekä virheen paikallistaminen vahingon sattuessa on vaikeata.

M-Bus-väylän maksimipituus on 12 000 metriä, jolloin pisin etäisyys orjan ja toistimen välille voi olla 350 metriä. On huomioitava väylän hidastuminen järjestelmän kasvaessa niin laitteiden määrässä kuin pituudessa. [5.]

Seuraavaksi on esitetty taulukko 1, josta näkyy M-Bus -väyläkommunikointinopeuksia eri väyläpituuksilla. Taulukossa esitetyt arvot ovat saatuja väylänopeudella 2 400 baudia ja kaapelin kapasitanssilla 150 nF/km.

Taulukko 1. M-Bus -verkon kommunikointinopeus eri väyläpituuksilla

| | | | |
|------------------------------|------|------|------|
| Kommunikointinopeus (baudia) | 9600 | 2400 | 300 |
| Verkon kokonaispituus | 1 km | 4 km | 12km |

3.3.3 Väylä

Väyläkaapelina käytetään yleensä suojattua parikaapelia. Väyläkaapelin suositellaan olevan 0,8 mm:n paksuista parikaapelia, jossa on suojamaajohdin. Esimerkiksi jamak 2x(2+1)x0.8 -kaapelia voidaan käyttää M-Bus -järjestelmässä. Kuvassa 8 on esitetty kyseinen kaapeli.



Kuva 8. Jamak 2x(2+1)x0,8 pituus- ja poikittaiskuva

Laitejännitteen on oltava 24 V:a väylän jokaisessa kohdassa, jotta järjestelmä toimii oikein. Mikäli PLC:n antama syöttöjännite ei riitä, niin väylään kytketään erillisiä syöttöjännitepisteitä. Osassa M-Bus mittareista esiintyy nykyään myös paristoja, jotka mahdollistavat hälytyksen välittämisen, jos väyläjännite häviää. Laitteiden jännitetasoa ylläpidetään erillisillä liitännöillä, jolloin väylää pitkin kulkee ainoastaan signaalitieto.

Langaton M-Bus vaatii erillisen radiolähettimen kytkettynä väylään. Tässä tapauksessa laitteet vaativat oman akun tai virtalähteen. Langatonta ratkaisua on käytetty hyvin vähän, eikä sen luotettavuudesta voida olla vielä varmoja. Tulevaisuuden näkymät ovat kuitenkin langattomassa järjestelmässä hyvät, sillä se helpottaa laiteasennuksia ja laitetestauksia.

3.3.4 Toimintaperiaate

Kaikilla M-Bus laitteilla on asennuksen yhteydessä konfiguroitu ensisijainen osoite sekä toissijainen osoite, joka on tehtaalta peräisin, laitteen valmistukseen liittyvä osoite. Toissijainen osoite on yleensä laitteen valmistusnumero. Osoitteet mahdollistavat laitteiden erottamisen M-Bus -väylässä, jolloin PLC muistaa kommunikoida jokaisen väylässä olevan laitteen kanssa.

Ensisijaisten osoitteiden tulee olla alueella 1–250. Vähintään yhden osoitteen on oltava isäntälaitte. Standardin mukaisesti väylän baudinopeus voidaan asettaa välille 300–9600 baudia, jolloin kaikille verkkolaitteille M-Bus väylässä asetetaan sama datanopeus. Yleisin M-Bus väylän datanopeus on 2 400 baudia. Datanopeuden asettaessa tulee huomioida kaapelin pituus, ulkopuoliset häiriöt sekä verkkolaitteiden määrä ja asennuspaikka. [5.]

M-Bus käyttää isäntä-orjakommunikointimenetelmää. PLC toimii isäntänä ja mittauslaitteet orjina. Isäntä kyselee orjilta haluttuja tietoja ja orja vastaa isännälle. Se tarkoittaa myös sitä, että mittauslaitteet eivät pysty kommunikoimaan keskenään väylässä. Tämä menettelytapa mahdollistaa vain yhdensuuntaisen kommunikoinnin, jolloin PLC ei pysty lähettämään kyselyitä eri laitteille samaan aikaan. Jokainen laite käydään läpi yksitellen. Mittaus- tai ohjauslaitteet eivät myöskään pysty käynnistämään väyläkommunikointia, jolloin kommunikoinnin käynnistäjänä toimii väylän keskus. Kommunikointivirheen sattuessa laitteelle lähetetään uusintakyselyjä. Jos virhe toistuu, siitä raportoidaan käyttäjälle.

PLC:n tehtävä on kääntää saadut tiedot luettavaan muotoon sekä tallentaa ne muistiin. Sen jälkeen tiedot välitetään muille alakeskuksille ja valvomotietokoneelle.

4 Modbus

4.1 Yleistieto

Modbus on vuonna 1979 julkistettu kenttäväyläratkaisu, joka on nykypäivänä hyvin yleinen ratkaisu rakennus- ja teollisuusautomaatiokohteissa. Väylän alkuperäinen tarkoitus oli luoda kommunikointi Modiconin ohjelmoitavien logiikoiden välille. Sen hyödyllisyys osoittautui niin hyväksi, että sitä laajennettiin muihinkin järjestelmiin. Malli on niin yleinen kenttäväyläratkaisu, että melkein jokaisesta automaatiolaitteesta löytyy Modbus-kommunikointiliitäntä.

Modbus protokolla on avoin ja lisenssimaksuton standardi kaikille laitevalmistajille sekä sen käyttöönotto on helppoa. Järjestelmän korkea käyttöaste selittyy väylän edullisella käyttöönotolla ja ylläpidolla sekä pitkän matkan kommunikoinnin mahdollisuudella.

Modbus on erityisen paljon teollisuudessa käytetty väyläratkaisu, joka myös yleistyy kovaa vauhtia rakennusautomaation puolella. Väylän hyvä pitkän matkan kantokykyä on hyödynnetty myös elektroniikan kommunikoinnissa pitkillä etäisyyksillä.

4.2 Standardit

Modbus-standardi mahdollistaa laajan määrän eri laitevalmistajien laitteiden integroinnin samaan järjestelmään, jolloin perinteisten mittaustietojen lisäksi väylässä kuljetetaan myös hälytystietoja. Hälytystyypeille ei ole aseteltu erityisvaatimuksia, eikä niiden nostaminen valvomotietokoneelle ole kiellettyä.

Modbus-protokollan mukaiset standardit ja laitemodifikaatiot voi ladata ilmaiseksi Internetistä (<http://www.modbus.org>), jolloin erityistä korvausta väylän kehittäjille ei tarvitse maksaa [7].

4.3 Järjestelmän rakenne ja toiminta

Modbus-järjestelmä koostuu Modbus-protokollaa tukevista laitteista. Valmis järjestelmä koostuu tässä osiossa luetelluista, pakollisista komponenteista, jotka mahdollistavat oikean mittaus- ja ohjausjärjestelmän toiminnan.

4.3.1 Laitteet

M-Busin tapaan järjestelmä vaatii alakeskuksessa sijaitsevan PLC:n. PLC:ssä on oltava Modbus-tuki, liitännällä RS-485 tai RS-232. Mikäli liitäntää ei ohjelmoitavasta logiikasta löydy, järjestelmään on liitettävä väylämuunnin. Muuntimella saadaan aikaiseksi viestin kääntö Modbus-järjestelmästä logiikkaan, mikä mahdollistaa myös viestin nostamisen valvomotietokoneelle. PLC toimii Modbus-järjestelmässä muistina, ohjauskeskuksena ja viestin välittäjänä.

Mittaus- ja ohjauslaitteita löytyy järjestelmään lukuisia ja lukuisilta laitevalmistajilta. Laitteet eivät tarvitse erillisiä pulssisovittimia, mutta niissä on kuitenkin oltava Modbus GW -nimike. Modbus GW -tyyppisissä laitteissa on Modbus-väylään pohjautuva verkkoprosessori sekä parikaapelityyppinen liitäntä.

Suomessa yleisimpiä Modbus-protokollan mukaisia laitevalmistajia ovat Siemens, Snejder Electric, Fidelix, Athmostec ja Chiller.

4.3.2 Topologiat

Modbus-sarjaliikennekommunikointi jaetaan kahteen kommunikointitapaan, Modbus/RTU(Remote Terminal Unit) ja Modbus/ACSI(American Standard Code for Information Interchange). Modbus/RTU-kommunikoinnissa laitteet on mahdollista kytkeä ainoastaan sarjaan, jolloin viimeiseen laitteeseen asetetaan terminointi. Modbus/ACSI tukee taas kaikkia väylätopologioita.

RS-232-liitännällä voidaan kytkeä vain yksi kenttälaitte isäntälaitteeseen. Tämän takia RS-232-liitännöissä väylä kytketään yleensä PLC:stä jakokeskukseen, jolloin kaapelipituuden on oltava maksimissaan 15 metriä. Etuna tässä järjestelmämallissa on se, että jakokeskukselta väylä voidaan haaroittaa Ethernet- tai parikaapelilla.

Standardin mukaisesti RS-485-liitännällä voidaan toteuttaa 1 000 metrin pituinen Modbus-järjestelmä, mutta yleisenä suosituksena on käyttää alle 500 metrin pituisia etäisyyksiä. Parikaapelilla toteutetut järjestelmäpituudet voidaan rakentaa maksimissaan 500 metriin. Yleisesti lyhyemmillä etäisyyksillä voidaan asettaa nopeampia vasteaikoja datasiirrossa. [7.]

Modbus-kommunikointi voidaan toteuttaa myös Ethernet-yhteyksillä. Tarkemmin Modbus/TCP, joka on kehittyneempi kommunikointimuunnelma verrattua Modbus/RTU ja Modbus/ASCII kommunikointitapoihin.

Kaikki kolme kommunikoinnin protokollaa toimivat samalla tavalla. Erona on kuitenkin tiedon kapselointi datasiirtoa varten, jolloin siirrettävän datan datamuoto eroaa siirron aikana. Datasiirron eroja käsitellään kohdassa toimintaperiaate. [8.]

4.3.3 Väylä

Modbus-väylä tukee parikaapelia sekä RS-485- ja RS-232-kaapelityyppejä. Erillisiä vaatimuksia parikaapelille ei Modbus-järjestelmässä vaadita. Parikaapelina voidaan käyttää esimerkiksi jamak $2 \times (2+1) \times 0,5$ -kaapelia. Suositeltavaa on kytkeä parikaapelin suojavaippa isännän kytkentäpaikassa olevaan maadoitukseen, jotta saavutetaan häiriösietoinen kommunikointi. Modbus-väylä vaatii 24 V:n jännitteen oltavan väylän jokaisessa kohdassa, M-Bus -väylän tapaan. Tarvittaessa väylään voidaan kytkeä lisää virtalähteitä.

Protokollan mukaisesti väylään voidaan liittää ainoastaan yksi isäntä ja maksimissaan 254 orjaa. Kuitenkin yleinen periaate on ollut se, että yhden isännän perään kytketään 31 renkiä, jolloin väylän jatkamiseksi vaaditaan erillinen väylän vahvistinlaite. Mitä enemmän laitteita kytketään väylään, sitä hitaampaa kommunikointi on. Tästä johtuen suosituksena on lisätä aina yksi vahvistinlaite 31 renkiä kohden. [8.]

Modbus ei ole vielä julkaissut langatonta ratkaisua automaatiojärjestelmiin, mutta sen uskotaan tulevan lähivuosina.

4.3.4 Toimintaperiaate

Kaikissa Modbus-väylään kytkettyjen verkkolaitteiden tulee olla konfiguroituna Modbus-osoite, jotta väyläkommunikointi toimii. Osoite annetaan asennuksen yhteydessä, jolloin kaikilla verkkolaitteilla tulee olla eriävä osoitenumero, jotta laitteet voitaisiin erottaa toisistaan automaatioverkossa. Mahdollisia osoitteita voidaan antaa Modbus-väylässä alueelle 1–255. Yksi osoitteista on varattu isäntälaitteelle, yleensä isäntälaitteen osoite on ykkönen. Osoitealue 128–247 on varattu ainoastaan orjille, jolloin isännälle ei voida antaa osoitetta tältä alueelta. Osoitteet 248–255 ovat Modbus-järjestelmän omat osoitteet, joita ei ole vapautettu julkiseen käyttöön. Käytettävä väylänopeus Modbus-väylässä ulottuu 4800 bps:n ja 19,2 kbps:n alueelle. Yleisin ja turvallisin käytettävä nopeus on 9600 bps. [7.]

Toiminta Modbus-väylässä perustuu yhdensuuntaiseen isäntä-orjakommunikointimenetelmään, eli kommunikointi perustuu kiertokyselyihin. Isäntä lähettää käskyjä orjille, joihin orjat vastaavat ja tarvittaessa tekevät ohjaustoimintoja. Mikäli laite ei vastaa, siitä raportoidaan häiriöstä isäntälaitteelle. Tiedonsiirto perustuu funktioihin, jolloin isäntälaitteen lähettämä käsky sisältää pääfunktion ja sen parametrit. Sen lisäksi isäntälaitte määrittää viestin vastaanotettavan laitteen laitevariantin. Mikäli vastaanotettavan laitteen konfiguraatio on erilainen, isäntälaitte ilmoittaa häiriöstä.

RS-485 -liitännän avulla voidaan toteuttaa balansoitu tiedonsiirto Modbus-väylässä, jolloin kaapelin sisäisesti signaali lähetetään kahta johdinta pitkin. Molemmissa johtimissa kulkee sama, mutta vastakkaismerkkinen signaali. Ideana on ulospäin aiheutuvan häiriön vähentäminen, koska vastakkaiset jännitteet kumoavat toisensa kaapelissa.

Seuraavaksi on lueteltu erilaisia Modbus-kommunikointitapoja. Eri kommunikointitavat pitää erottaa toisistaan automaatiojärjestelmässä. Suosituksena on käyttää kuitenkin vain yhtä kommunikointitapaa koko asennuskohteessa.

Suomessa yleisempi kommunikointitapa Modbus/RTU käyttää kompaktaa binaarista datanesitysmuotoa. Tarkistussummana Modbus/RTU:ssa käytetään CRC(Cyclic Redundancy Check)-metodia. Datasiirron kapsulointivaiheessa lähetettävä viesti jokainen kahdeksas tavu muunnetaan kahdeksi 4-bittiseksi heksamerkiksi, joka muunnetaan viestin saapumisvaiheessa alkuperäiseen muotoon. [7.]

Modbus/ASCII täyttää eurooppalaisten standardien lisäksi myös amerikkalaiset standardit. Se on tekstipohjainen kommunikointitapa, jonka luku ihmiselle on huomattavasti helpompaa kuin Modbus/RTU. LRC(Longitudinal Redundancy Check) - tarkistussummaa käytetään Modbus/ASCII-kommunikoinnissa. ASCII(American Standard Code for Information Interchange)-datasiirrossa kapsulointivaiheessa heksaluvut hajotetaan tekstimuotoon, jolloin yhdestä heksaluvusta saadaan kaksi ASCII-merkkiä. [7.]

5 Rakennusautomaation mittarointi

Kulutusmittareilta saadut mittaustiedot ovat tärkeässä roolissa rakennuksen energiatehokkuuden kannalta. Tämän takia veden ja sähkön kulutustietojen seuranta toteutetaan nykyään yhä yleisemmin rakennusautomaatioon liitettävillä menetelmillä, jolloin mittareilta saadut mittausarvot välitetään automaatiojärjestelmään. Mittareiden arvoja voidaan hyödyntää sisätilojen olosuhteiden parantamiseksi sekä vesi- ja sähkökulujen optimointiin. Mahdolliset mittareiden hälytys- ja infoarvot voidaan viedä samaan järjestelmään, jolloin laitteiden kunnossapito toteutuu helpommin sekä sähkö- ja vesilaitteiden korjauskuluissa voidaan säästää. [2.]

Edellä mainittuja mittareiden liitäntämenetelmiä kutsutaan nimellä AMR eli Automatic meter reading. AMR tarkoittaa tiedonsiirtoteknologiaa, joka mahdollistaa kulutus- ja olosuhdemittareiden etäluennan esimerkiksi M-Bus- ja Modbus-väyliä käyttäen.

Saatuja mittausarvoja voidaan käyttää myös poikkeamaraportointiin ja vika-analyysihin, mikäli esimerkiksi rakennuksen lämmityskuluissa on tapahtunut isoja muutoksia tai vesijärjestelmässä on tapahtunut vuotoja. Toimiva järjestelmä osaa paikantaa tilanteen ja hälyttää paikan päälle myös huoltoa. [3.]

On huomioitava kuitenkin laskennoissa tapahtuva mittareiden epätarkkuus, koska saadut arvot saattavat hieman poiketa oikeista arvoista. Kuitenkin nykypäivänä mittareiden tarkkuus on suhteellisen hyvällä tasolla ja saadut tiedot luotettavia. Mittareiden mittaustarkkuudet löytyvät yleensä laitteiden laitedokumentaatiosta.

Mittareita ei tarvitse tarkistaa enää fyysisesti, kun ne ovat liitettyjä osaksi automaatiojärjestelmää. Taloyhtiö sekä vesi- ja sähkökuluista laskuttavat yhtiöt saavat

mittaustiedot suoraan omiin järjestelmiin, ja tämän jälkeen yritykset voivat kätevästi laskuttaa asiakasta. Käytännössä ratkaisu helpottaa huomattavasti mittareiden lukua samalla säästämällä mittareiden tarkistusmaksuissa. Usein automaattioratkaisulla toteutetut kulutusmittaukset maksavat asiakkaalle itsensä takaisin jo yhdessä tai kahdessa vuodessa verrattuna paikallisiin järjestelmiin.

5.1 Vesimittarit

Rakennusautomaatiokohteissa mitataan veden kulutusta vesimittareilla. Vesimittarilta voidaan lukea vesimäärää litroina tai kuutiometreinä. Vesimäärämittausten lisäksi mittarista voidaan mitata muita vaihtoehtoisia mittausrakvoja, kuten painearvoja, veden lämpötilaa ja ympäristön lämpötilaa sekä tarkkailla hälytystoimintoja. [9.]

Kuvassa 9 on havainnollistettu Siemensin etäluettava vesimittari, johon voidaan kytkeä M-Bus –pulssisovitin.



Kuva 9. Siemens WFK30-sarjan vesimittari [11.]

5.1.1 Mittaustavat

Vesimittareilla on kaksi eri tapaa mitata vesimäärää. Molemmat tavat soveltuvat kaikkiin rakennusautomaation kohteisiin. Vanhempi ja yleisempi tapa on mekaaninen vesiturbiinimittaus, joka perustuu vuonna 1851 ensimmäisen vesimittarin toimintaan. Tarkemmin mittaus kohdistuu mittausputkessa sijaitsevaan vesisiipipyörämekanismiin, jolloin vesivirtaus aiheuttaa siipipyörän pyörimisen, ja tällöin virtausmäärästä saadut kierrokset välittyvät mittarissa olevalle näytölle. [10.]

Nykyaikaisempi tapa eli ultraäänimittaus perustuu signaalien lähettämiseen ja vastaanottamiseen. Mittausputkessa sijaitsevat kaksi ultraäänianturia lähettävät ja vastaanottavat toisiltaan äänisignaaleja. Saatua anturien välinen signaalien kulkuajan välinen ero muunnetaan virtausnopeudeksi ja putkessa virtaavan veden määräksi. Ultraäänianturit voivat mitata virtausta molempiin suuntiin, mikä mahdollistaa meno- ja paluuveden vaihtelun virtausmittauksen sekä virtausputkessa olevan häiriön määrittämisen. [11.]

Vertaillen eri mittausmenetelmiä ultraääniteknologia osoittautuu paremmaksi tavaksi mitata vesitilavuuksia. Ultraäänimittaus on tarkempi kuin mekaaninen vesimittari pienillä tilavuusvirroilla, koska mekaaninen siipipyörä ei pyöri, kun vesivirtaus on alle 0,5 l/h. Se johtuu siitä, että vesi ohittaa mittauskammiossa siipipyörän pienistä raoista. Sen lisäksi ultraäänianturitekniikka ei sisällä mekaanisia osia, jotka jarruttavaisivat veden kulkua putkessa.

Vesimittarin ja rakennusautomaation välisessä kommunikoinnissa voidaan seurata väyläkommunikaation vakio- ja muuttujien lisäksi hetkellisiä vesivirtausmääriä, kumuloituvia vesilukemia ja vaihtoehtoisia lämpötilamittausarvoja. Yleisesti mittari pyrkii tallentamaan muuttujien keskiarvoja, maksimi- ja minimiarvoja omaan historiatietokantaan. Mitattavien suureiden lisäksi mittari voi ilmoittaa mahdollisista huoltoväli-infoista, paristonvaihdon tarpeesta sekä tuoda arvioitavaksi mahdollisia vuotohälytyksarvoja vesijärjestelmän vikatilanteessa. [9.]

5.1.2 Rakenne ja kommunikointi

Vesimittari koostuu fyysisestä näytöstä, lähetinosasta ja vesiputkessa sijaitsevasta mittauskammioista, jossa anturikohtaiset mittaukset tehdään. Mittausosan runko on ruostetta kestävä aine, yleensä messinkiä. Mittarin kammio-osa on suojattu suodattimilla, jolloin suurimmat liat jäävät kammion ulkopuolelle.

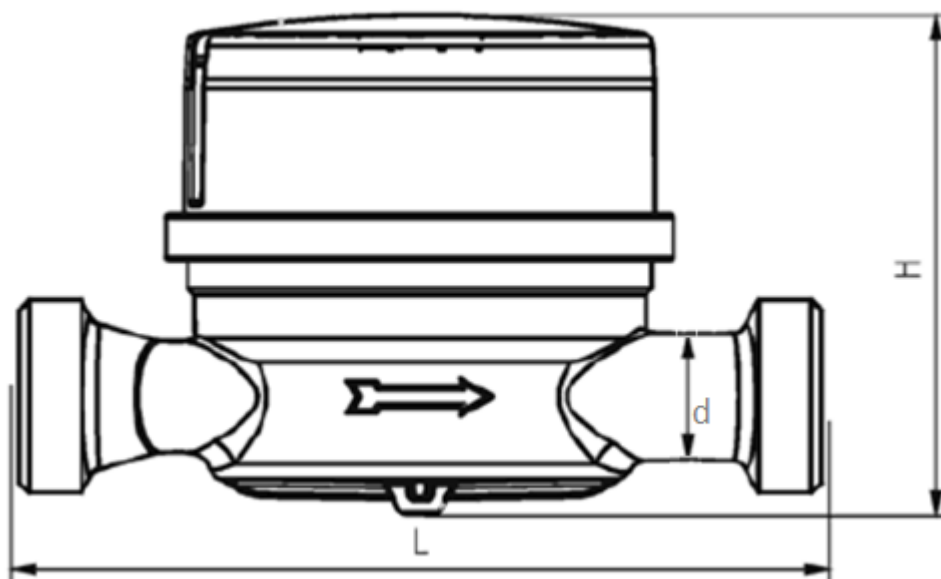
Mittarista löytyy fyysinen näyttö, joka on yleensä mekaaninen tai digitaalinen. Se näyttää hetkellisen kumulatiivisen mittausarvon kertymän ja veden kulutus ilmaistaan kuutiometreinä tai litroina. Vaihtoehtoisesti mittarinäyttöön voidaan lisätä myös vesimittauksen hetkellisen mittausarvon sekä mahdollisia infokoodeja ja häiriötä tekstimuodossa. Ultraäänimittarin näytössä esiintyy yleensä virtauksen suuntanuoli.

Tiedonsiirto vesimittareiden automaatiojärjestelmän välillä toteutetaan M-Bus –väylää käyttäen. Langallisen kommunikoinnin lisäksi löytyy myös langattomia versioita. Langaton ratkaisu helpottaa huomattomasti järjestelmän asennusta ja käyttöönottoa huoneistokohtaisessa vedenmittauksessa. Tarpeiden muuttuessa voidaan liittää langattoman tiedonsiirron langalliseen moduuliin ja tarvittavat tiedonkeruuyksiköt paikallisuutensa varten. Siitä huolimatta, vaikka ulkoisia häiriövaikutuksia kommunikointiin on viety nykyään minimiin sekä vesimittarin akku mahdollistaa pitkäikäisen valmiusajan, langaton versio on jäänyt silti vähemmän suosituksi kuin langallinen vaihtoehto. Syynä tähän on yleisemmin langattomien järjestelmien suuri koulutuksen tarve ja luotettavuuden puute, koska häiriöiden uskotaan vaikuttavan langattomiin järjestelmiin.

5.1.3 Asennustavat

Yleisin asennustapa vesimittareille on asennus putkeen vaaka- tai pystyasentoon. Useimmissa nykyaikaisissa mittarimalleissa asennuskulmaa voidaan säätää hyvin vapaasti. Kuitenkin näyttö alaspäin asennusta tulisi välttää. Asennuksessa huomioidaan digitaalinäytön asennuskorkeus ja näkyvyys, jotta arvojen fyysinen tarkastelu olisi mahdollisimman helppoa ja selkeätä. Vesimittari tulee putken jatkeosaksi, jolloin se kiinnitetään kierrelaitteilla laitteen molemmista päistä. Yleensä

kiinnitystarvikkeet pitää tilata erikseen huomioiden samalla putken halkaisijan ja mittarin koon. Mittarin kokoparametrit määritetään kuvan 10 mukaisesti. [11.]



Kuva 10. Vesimittarin koon ja halkaisijan määrittäminen [11.]

Mittarit asentaa yleensä putkiurakoitsija, jolloin asennusvastuut eivät kuulu automaatiourakoitsijalle. Putkiurakoitsijan on valvottava, että mittari soveltuu käyttöön juomaveden kanssa. Ennen mittarin asennusta tulee huuhdella putket perusteellisesti, jotta kaikki liat saataisiin asennuksen yhteydessä pois putkista. Sen lisäksi mittariin tulevat kierrelähtimet tulee kiristää asennusohjeistuksessa vaaditun momentin mukaan.

Yleensä vesimittarin asennuspaikaksi valitaan tulovesiputken osa ennen muita laitteita, kun kohteessa halutaan huomioida kokonaisvesikulutus. Vesilaittekohtaisissa mittauksissa mittari sijoitetaan putkeen välittömästi ennen haluttua laitetta. Jäteveden mittareiden asennuspaikat valitaan tulovesimittauksen tavoin, mutta ne sijoitetaan poistoputkeen. Mekaanisen vesimittarin asennustapa eroaa ultraäänimittarista asennussuunnalla. Mekaanisen mittarin asennus tehdään virtauksen suuntaisesti, jolloin mittarissa oleva nuoli osoittaa mitattavan virtauksen suunnan [10]. Ultraäänimittarin anturit havaitsevat virtauksen suunnan, jolloin mittarin asennussuunnalla ei käytännössä ole väliä.

5.1.4 Asennuskohteet

Yleisimpiä rakennusautomaation kohteita, joihin asennetaan vesimittareita, ovat asuin- ja toimistorakennukset. Tarkemmin kerros- ja rivitalot, jolloin mittaukset ovat yleensä huoneistokohtaiset. Näissä tapauksessa kylmän ja lämpimän menoveden mittaukset erotetaan toisistaan. Harvemmin mitataan myös poistoveden vesivirtauksen määrää, koska jäteveden seuranta on yleisesti harvinaista Suomessa. Mittaukset ja automaatiokommunikointi toteutetaan rakennusautomaatiossa samalla tavalla, vedensyöttöjärjestelmätyypistä riippumatta.

Tyypillisimpiä vesimittareiden käyttäjiä rakennusautomaatiopuolella ovat yksityiset rakennusten omistajat ja taloyhtiöt sekä huoltoyhtiöt.

Kerros- ja rivitaloasunnoissa asennettavat alamittarit asennetaan asuntokohtaisesti. Tässä tapauksessa taloyhtiö laskuttaa asukkaita vedenkulutuksesta. Se omistaa asuntokohtaiset mittarit ja vastaa niiden kunnossapidosta ja huollosta.

Vesilaitoksen omistamat päävesimittarit asennetaan suoraan asunnon ja vesilaitoksen väliseen liitokseen. Tämän tapaiset mittaukset toteutetaan useammin omakotitaloihin. Vesilaitos omistaa päävesimittarit ja vastaa niiden ylläpidosta, joten myös laskutus vedenkulutuksesta jää vesilaitoksen tehtäväksi. [9.]

5.2 Sähkömittarit

Nykypäivänä melkein kaikissa talouksissa sähkömittarit liitetään osaksi sähköverkkoa, jolloin saadaan kulutetun sähkön määrää kilowattitunteina. Rakennusten yleistyneet automaatiojärjestelmät mahdollistavat myös sähkömittareiden liittäminen osaksi niitä, mikä mahdollistaa mittausarvojen etäisen tarkkailun.

5.2.1 Mittaustavat

Vanhemman etäluettavan mittarin toiminta perustuu kiekkoon, joka pyörii sähkön kulutuksen mukaisesti. Mitä enemmän sähköä taloudessa kulutetaan, sitä nopeammin kiekko pyörii. Mittarissa on pulssisovitin, joka laskee pyörähdysten määrää tietyssä ajassa ja lähettää mittausarvot automaatioverkkoon.

Uudemmissa mittareissa mittaus toteutetaan elektronisesti. Elektroninen mittaustapa perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jolloin johtimessa kulkeva sähkömäärää mitataan magneettien avulla, muodostaen sähkömagneettinen kenttä johtimen yli. Saadut sähköiset impulssit pyörittävät mittarissa olevaa askelmoottoria, joka pyörittää laskurin lukemaa. [12.]

Sähkön kulutuksen lisäksi usein sähkömittarilla mitataan myös sähköverkon lämpötilaa, joka ei saa ylittää tiettyjä standardiarvoja. Mahdollisesti sähkömittareilla voidaan tarkkailla myös yli- ja alijännitearvoja sekä nollajohdin- ja vaihdevikoja.

Yleisesti mittaustavalla ei ole eroa automaatiojärjestelmän kannalta, mutta elektronisissa mittareissa lopullinen mitta-arvo on tarkempi. Vanhemman mittarin virhemarginaali ulottuu koko mittausalueelle, ja sen suuruus on tasainen verrattaessa mittausarvoihin. Sen lisäksi elektronisissa mittareissa ei ole liikkuvia osia, joten niiden käyttöikä on pitkä ja huoltotarve pieni. Käytännössä molempia mittarityyppejä voidaan käyttää kaikissa rakennusautomaatiokohteissa.

5.2.2 Rakenne ja kommunikointi

Sähkömittarit ovat yleensä rakennettu muoviseen ulkokuoreen, joka on erikseen maadoitettu yleisen sähköturvallisuuden vuoksi. Mittarin sisärakenne on yleensä rakennettu tiiviiseen ruosteelta suojattuun kuoreen, jolloin mittarit kestävät yleistä ilmankosteutta.

Mittareissa on yleensä fyysinen näyttö, joka näyttö hetkellisen kumulatiivisen sähkökulutusarvon sekä muita mahdollisia hälytys- ja tiedotusinformaatioita. Sähkömittausten suuruus ilmaistaan näytössä kilowattitunteina.

Sähkömittareiden yleisimmät kommunikointitapa rakennusautomaatiokohteissa on toteutettu Modbus ja M-Bus -väyliä käyttäen. Sarjaliikenneväylää pitkin välitetään mittarin kulutusarvoja sekä muita mahdollisia tiedotteita, esimerkiksi kunnossapitoinformaatiota ja vaarahälytyksiä. Etäluentamittareissa on väyliä tukevia liitäntöjä sekä tarvittavia pulssisovittimia, joihin väylä kytketään.

5.2.3 Asennustavat

Kilowattituntimittari on yleensä kolmivaiheinen, jolloin kulutettu kokonaisenergia saadaan laskettua kaikkien kolmeen vaiheen summana. Tämän vuoksi mittari kytketään jokaiseen vaiheeseen. Jokainen vaihe kytketään erikseen, jolloin mittarista löytyy kolme liitäntäkohtaa. Harvemmissa yksivaihemittauksissa kytkentä suoritetaan vain yhdellä liitännällä. [12.]

Sähkömittareiden asennussuunnalla ei ole väliä, mutta käytännöllisempää on asentaa mittarit pystysuunnassa paikkaan, josta mittarin luku ja tarvittavat korjaukset onnistuvat helpoiten.

Asennuksissa on huomioitava sulakkeiden suuruus. Mikäli sulake ylittää 63 A, mittaus on erotettava kaapelista, jolloin mittari kytketään haluttuun kaapeliin etäisesti. Muissa tapauksissa mittari voidaan kytkeä suoraan kaapeliin. [12.]

Asennuksissa on huomioitava sähköiskun vaara. Kytkentöjen tekijällä pitää olla tarvittavat sähköluvut ja koulutukset. Järjestelmäasennukset tehdään jännitteettömänä. Erikoistiloihin asennetut mittareiden on täytettävä standardivaatimukset, kuten helposti syttyvien paikkojen ATEX-standardit ja kosteiden tilojen vähimmäiset IP-luokitukset.

5.2.4 Asennuskohteet

Vesimittareiden asennusten tapaan etäluettavat sähkömittarit asennetaan huoneistokohtaisesti rakennusautomaatiokohteisiin. Jokaisen huoneiston arvot nostetaan automaatiojärjestelmään ja sitä kautta mittausarvot välitetään huoneistojen omistajille ja taloyhtiöille. Sen lisäksi mahdolliset vika- ja kunnossapitotiedotteet välitetään myös huoltoyhtiöille.

Yleisten huoneistokohtaisten mittausten lisäksi sähköä voidaan myös mitata suoraan kohteen ja sähköyhtiön välillä. Tämä käytäntö helpottaa esimerkiksi omakotitaloissa asuvien asiakkaiden laskutusta. Sähköyhtiöt saavat tiedon etämittareiden mittausarvoista suoraan omiin järjestelmiin niin, että sähköyhtiön henkilökunnan ei tarvitse käydä kohteessa tarkistamassa sähkönkulutuksen mittausarvoja.

Yleensä asiakkaan luo sijoitetut sähkömittarit ovat taloyhtiön tai sähköyhtiön vastuulla, jolloin asiakkaan ei tarvitse huolehtia mittareiden kunnosta. Yleensä laitteiden kunnossapidosta laskutetaan asiakasta sähkösiirtolaskun yhteydessä.

5.2.5 Energiamittarit

Energiamittareiden mittaus tapahtuu sähkömittareiden tapaan. Sähkön kulutuksen lisäksi energiamittarit analysoivat verkossa kulkevan sähkön tarkempia nimellisarvoja, kuten hetkellistä sähkövirtaa, jännitettä, taajuutta, pätötehoa, loistehoa ja nimellistehoa sekä näiden arvojen kumulatiivisia arvoja. [12.]

Sähkön analysointiin energiamittari käyttää sähkömagneettisen induktion ilmiön menetelmiä. Mittarin prosessoriosa laskee matemaattisesti haluttuja arvoja ja tallentaa ne omaan muistiin.

Ulkonäöllisesti energiamittarit muistuttavat sähkömittareita eikä niiden asennustapa eroa sähkömittareista. Kuvassa 11 näkyvät Siemensin SENTRON PAC -sarjan energiamittarit.



Kuva 11. Siemens SENTRON PAC –sähköverkkoanalysaattorit [12.]

6 Integroinnin suunnittelu- ja toteutusohje

Integroinnin suunnittelu- ja toteutusohje on työkalu huoneistokohtaisten kulutusmittausten integrointia varten. M-Bus- ja Modbus-integrointiohjeet ovat erotettuja toisistaan, jolloin ohjeita käyttävä työntekijä pystyy kohdistamaan työt haluttuun osa-alueeseen niin, että pystytään ehkäisemään muut mahdolliset sekaannukset. Ohjeisiin liitetään myös hinnoittelulista, josta työntekijä pystyy vertaamaan laitteiden ja järjestelmien hintoja sekä valitsemaan edullisin vaihtoehto. Työohjeiden hintaosuus on poistettu yleisestä näkymästä, koska tuotehinnat ovat salaisia.

Työohjeiden avulla minimoidaan projektisuunnittelu- ja toteutusvaiheessa syntyvien virheiden määrää. Samalla kehitetään työmenetelmiä tehokkaampaan suuntaan, jolloin pyritään säästämään taloudellisesti ja ajallisesti. Projektia hoitava henkilö pystyy hoitamaan projektia täysipainoisesti laadittujen ohjeiden mukaan. Ohjeissa huomioidaan myös laatu- ja työturvallisuusmääräyksiä.

6.1 Sisältö ja ulkonäkö

M-Bus- ja Modbus-ohjeet on laadittu aikaisemmin käsitellyn väylätekniikan ja mittaroinin pohjalta. Sen lisäksi ohjeiden laadinnassa huomioitiin työntekijöiden mielipiteet. Molemmat työohjeet muistuttavat toisiaan, jolloin ohjeisiin tulevia muutoksia on helppoa muokata jatkossa. Se antaa myös hyvin loogisen kuvan, kuinka integrointijärjestelmiä tulee kyseisessä yrityksessä tehdä.

Visuaalisesti työohjeet pyrittiin saamaan mahdollisimman selkeiksi ja yksiselitteisiksi. Eri osa-alueet ovat jaettu eri työvaiheisiin ja järjestys on tehty mahdollisimman loogiseksi. Työohjeiden lukija perehtyy ensin väylän toimintaan, jonka jälkeen hän pystyy tekemään oikeat laite- ja topologiavalinnat. Työohjeissa työntekijä perehtyy myös laitteiden ulkonäköön, jolloin voidaan varmistaa, että tilataan oikea tuote.

6.2 Käyttö

Työohjeet ovat tarkoitettuja projektipäälliköille, jotka suunnittelevat huoneistokohtaista integrointijärjestelmäprojektia. Tiedon määrää pyrittiin rajaamaan mahdollisimman yksinkertaiseen muotoon, jolloin esimerkiksi laitteiden tarkemmat asennusohjeet ja väylätoiminnan lisätiedot puuttuvat työohjeista.

Ohjevihkosessa on eroteltu vaiheet projektin toteutuksen etenemisjärjestykseen. Projektia tehdessä projektia hoitava työntekijä etenee alusta loppuun, jolloin hän pystyy ottamaan huomioon kaikki projektin yksityiskohdat.

M-Bus -työohjeessa vihkosen loppusivulle on jätetty väylän kommunikointitaulukko eri laitemäärille ja väyläetäisyyksille. Kokeneet integrointiasiantuntijat ja projektipäälliköt voivat hyödyntää taulukon tietoja, jolloin muita ohjeita ei tarvitse käydä läpi.

Työohjeiden loppuun on lisätty asiantuntijoiden yhteystietoja, mikäli integrointiprojektin suunnittelu- ja toteutusvaiheessa tarvitaan lisätietoja, niin kyseisiin henkilöihin voi ottaa yhteyttä. Asiantuntijoiden yhteystietoja on poistettu opinnäytetyön ohessa julkaisutetussa versiossa, koska yhteystiedot saattavat muuttua ajan kuluessa. Ohjeiden päivytyspäivämäärä näkyy ohjeiden lopussa.

7 Tulokset

Työn tavoitteena oli luoda rakennusautomaatiojärjestelmään etäluentamittareiden integrointiohjeet, jotka olisivat ensisijaisesti yrityksen työntekijöille suunnattuja. Päämääränä oli saada mahdollisimman yksinkertaiset työohjeet, joilla pyritäisiin karsimaan työ kustannuksia minimiin.

Työn toteutuksessa päästiin työn asetettuihin tavoitteisiin. Työohjeita päästiin heti kokeilemaan isoimmissakin rakennusautomaatioprojekteissa ja yrityksen työntekijät ovat olleet niihin tyytyväisiä.

Ensimmäiset työohjeversiot ovat esitettyjä opinnäytetyön liitteinä. Jatkossa niihin on tarkoituksena tehdä päivityksiä laitteiden ja työmenetelmien muuttuessa.

Lähteet

- 1 Siemens – A Global Power House. Verkkodokumentti.
<<https://www.siemens.com/global/en/home/company/about.html#Siemensworldwide>>. Luettu 1.3.2018.
- 2 Piikkilä, Veijo & Sahlsten, Toivo. 2006. ST-käsikirja 21 Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo; Sähköinfo Oy, s. 9–78.
- 3 Piikkilä, Veijo ym. 2012. ST-käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 4 Standardointi ja OSI –malli. Verkkodokumentti.
<<http://oppimateriaalit.internetix.fi/fi/avoimet/6tekniikkatalous/lahiverkko/standardointi>>. Luettu 17.1.2018.
- 5 Saint-Gobain PAM. Verkkodokumentti. <<http://www.pamline.fi/ratkaisut/veden-ja-energianmittaus/m-bus-mittarinluentajarjestelma>>. Luettu 2.2.2018.
- 6 The M-Bus: An Overview. Verkkodokumentti. <<http://www.m-bus.com/info/mbuse.php>>. Luettu 3.2.2018.
- 7 Modbus Technical Resources. Verkkodokumentti.
<<http://www.modbus.org/tech.php>>. Luettu 5.2.2018.
- 8 Swegon Tukimateriaali. Verkkodokumentti.
<<https://swegon.com/fi/Tukimateriaali/Etsi-PDF-tiedosto>>. Luettu 5.2.2018.
- 9 Karttunen, Erkki. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus, s. 40–46.
- 10 Älykkäät vesimittarit. Verkkodokumentti. <<http://www.kamstrup.com/fi-fi/products-and-solutions/water-meters>>. Luettu 11.2.2018.
- 11 Mekaaninen vesimittari. Verkkodokumentti.
<http://www.siemens.fi/fi/infrastructure_and_cities/talotekniikka/rakennusautomaatio/saatolaitteet_ja_jarjestelmat/vesimittarit.htm>. Luettu 11.2.2018.
- 12 Sähköverkon analysaattori. Verkkodokumentti. <http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/pienjannitekojeet/kyt_kenta_suojaus_ja_ohjaus/verkkoanalysaattori/verkkoanalysaattori-yleisesite.pdf>. Luettu 17.2.2018.

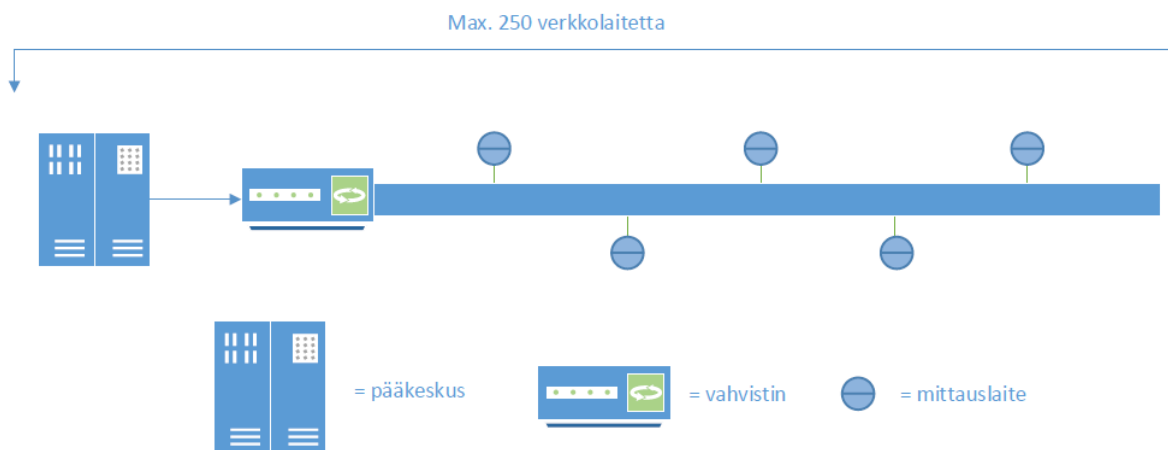
M-Bus integrointiohjeet

M-Bus

M-Bus

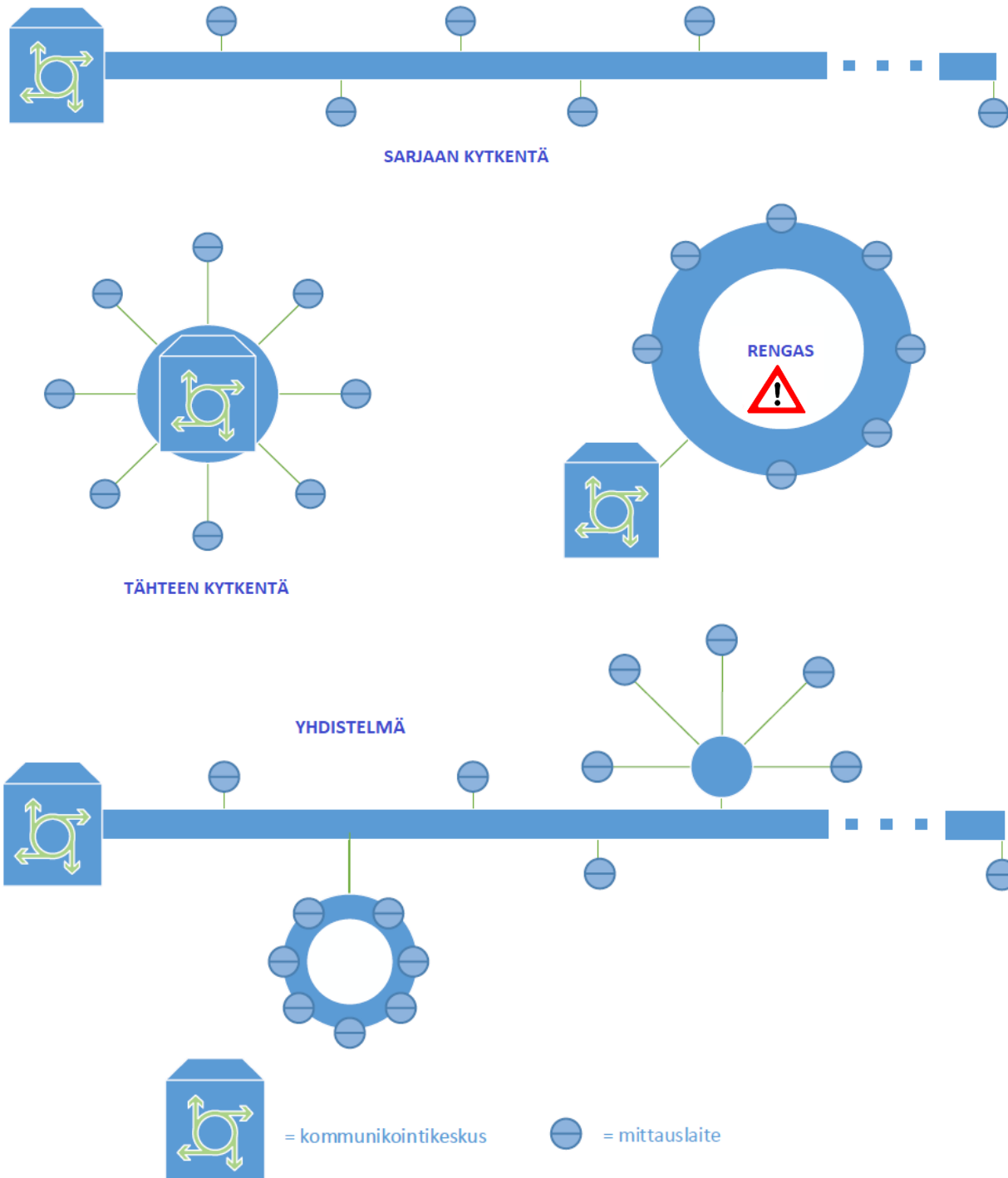
Väylä tarkoitettu mittautustietojen siirtämiseen. Myös hälytystietoja voidaan siirtää M-Bus –väylässä, jolloin ne on siirrettävä mittautustiedon muodossa ja käännettävä keskuslaitteella hälytykseksi.

Tiedonsiirto suoritetaan väylässä yksisuuntaisesti ja keskuksen käskystä. Ohjauskeskus lähettää kyselyitä mittauslaitteille, joihin mittauslaitteet vastaavat. Päätelaitteet eivät käynnistä kommunikointia eivätkä kommunikoi keskenään.



Väylätopologia

Järjestelmätopologia tulee valita niin, että kaapelin pituus on mahdollisimman lyhyt. Mitä lyhyempi kaapeli, sitä varmempi kommunikointi ja edullisempaa on toteuttaa järjestelmä. Rengastopologiaa ei suositella M-Bus –väylässä. Häiriöiden välttämiseksi väyläkaapelia ei suositella sijoittaa taajuusmuuttajien tai suurien moottorikäyttöjen läheisyyteen.



Väylän molempiin päihin suositellaan asettaa terminointi.

Kaapelointi

Väyläkaapelina käytettävä RS-485 parijohdinkaapelia (Väyläjännite kulkee samaa kaapelia pitkin). Häiriösuojausta ei vaadita eikä muita erityisvaatimuksia kaapelille ole.

Instrumentointikaapeli:

JAMAK 2X (2+1)X0,8

Parikapasitanssi (800 Hz), nimellinen: 85 nF/km



Laitteet ja kommunikointi

Väylän yleisin väylänopeus on 2400 baudia. Koko väylän matkalta väyläjännite ei saa alittaa 24 V. Väylän kommunikointinopeuteen vaikuttavat

- laitteiden määrä ja sijainti
- kaapelivalinnat ja mahdolliset sähkömagneettiset häiriöt
- käytettävä väylänopeus.

Pahimillaan väylän kommunikointi saattaa kestää jopa muutamia tunteja.

Proessorit ja muuntimet

Väylässä oltava 1 prosessorilaite + 1 väylävahvistin. Prosessori, väylävahvistin sekä tarvittavat väylämuuntimet valittava mittauspisteiden mukaan.

PXC+ TXI2.OPEN



Prossessorin perään max. 5 kpl TXI.OPEN
 TXI2.OPEN = 160 M-Bus -mittauspistettä
 TXI.S = 40 M-Bus –mittauspistettä
 Mittauspisteiden maksimimäärät:

| Prossessori | max. Pisteet |
|--------------|--------------|
| PXC-50D/E-D | 400 |
| PXC-100D/E-D | 600 |
| PXC-200D/E-D | 1000 |

PXC001



PXC001 = 250 M-Bus -mittauspistettä
 800 M-Bus -mittauspistettä RS1-kortilla
 2000 M-Bus -mittauspistettä RS2-kortilla

Väylävahvistimet

WZC-P3



max. 3 mittauspistettä

WZC-P20



max. 20 mittauspistettä

WZC-P60



max. 60 mittauspistettä

WZC-P250



max. 250 mittauspistettä

Vesimittareiden valintaperusteet

1. Vesivirtauksen suuruus
 - yksikkönä l/h tai m³/h
 - alle 2 l/h (0,002 m³/h) mittauksissa käytettävä ultraäänimittausta
2. Mittarin koko
 - vesiputken halkaisija
3. Tarvittaessa saatavat veden lämpötila- ja vuotohälytysarvot
4. Vesimittarin hinta



Kamstrupin ultraäänivesimittari Siemensin mekaaninen vesimittari

Pulssimoduulit

Pulssikeruuyksikkö (PadPuls M2)



Paikka 2 mittarille

Vakiona 10 l/pulssi

Varakäyntiparisto(käynti-ikä n. 10 vuotta)

Varakäyntiparisto(käynti-ikä n. 11 vuotta)

Väylään max. 124 laitetta = 248 mittaria

Pulssikeruuyksikkö paikallisnäytöllä (WR3)



Paikka 3:lle mittarille

Vakiona 10 l/pulssi

Väylään max. 83 laitetta = 249 mittaria

M-Bus vesimittari EAX



Tunnistaa molemmat virtaussuunnat

Tallentaa mittaustiedot laitteen sisäiseen muistiin

Väylään max. 250 laitetta, paristoikä noin 2 vuotta

Esimerkkietäisyyksiä eri laitemäärillä

Taulukossa esitetyt arvot ovat saatuja väylänopeudella 2400 baudia ja kaapelin kapasitanssilla 150nF/km.

| | | | |
|------------------------------|------|------|------|
| Kommunikointinopeus (baudia) | 9600 | 2400 | 300 |
| Verkon kokonaispituus | 1 km | 4 km | 12km |

Seuraavaksi esitetty maksimiväyläpituudet eri väylävahvistimilla(WXC-P60 & WXC-P250).

WXC-P60

| Mittauslaitteiden määrä | laitteet tasaisesti väylässä | laitteet väylän loppupäässä |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 8,4 km | 8,4 km |
| 10 | 6,5 km | 5,2 km |
| 30 | 4,1 km | 2,7 km |
| 60 | 2,6 km | 1,5 km |

WXC-P250

| Mittauslaitteiden määrä | laitteet tasaisesti väylässä | laitteet väylän loppupäässä |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 20 | 3 km | 2,3 km |
| 60 | 1,8 km | 1 km |
| 250 | 0,9 km | 0,35 km |

Taulukossa esitetyt arvot ovat lainattuja <http://www.pamline.fi/ratkaisut/veden-ja-energianmittaus/m-bus-mittarinluentajarijestelma> -sivustolta.

Tarvittavia lisätietoja M-Bus-väylästä löytyy standardista EN 1434-3

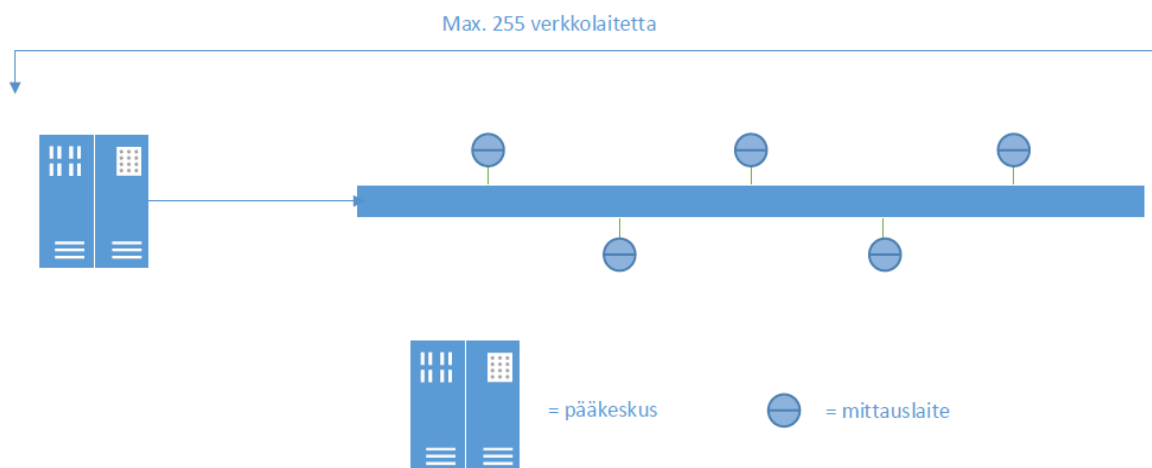
Modbus integrointi



Modbus

Modbus on varmakäyttöinen väylä, joka toimii hyvin korkealla kommunikointinopeudella. Väylässä voidaan siirtää monipuolista dataa.

Tiedonsiirto suoritetaan väylässä yksisuuntaisesti ja keskuksen käskystä. Ohjauskeskus lähettää kyselyitä mittauslaitteille, joihin mittauslaitteet vastaavat. Päätelaitteet eivät käynnistä kommunikointia eivätkä kommunikoi keskenään.

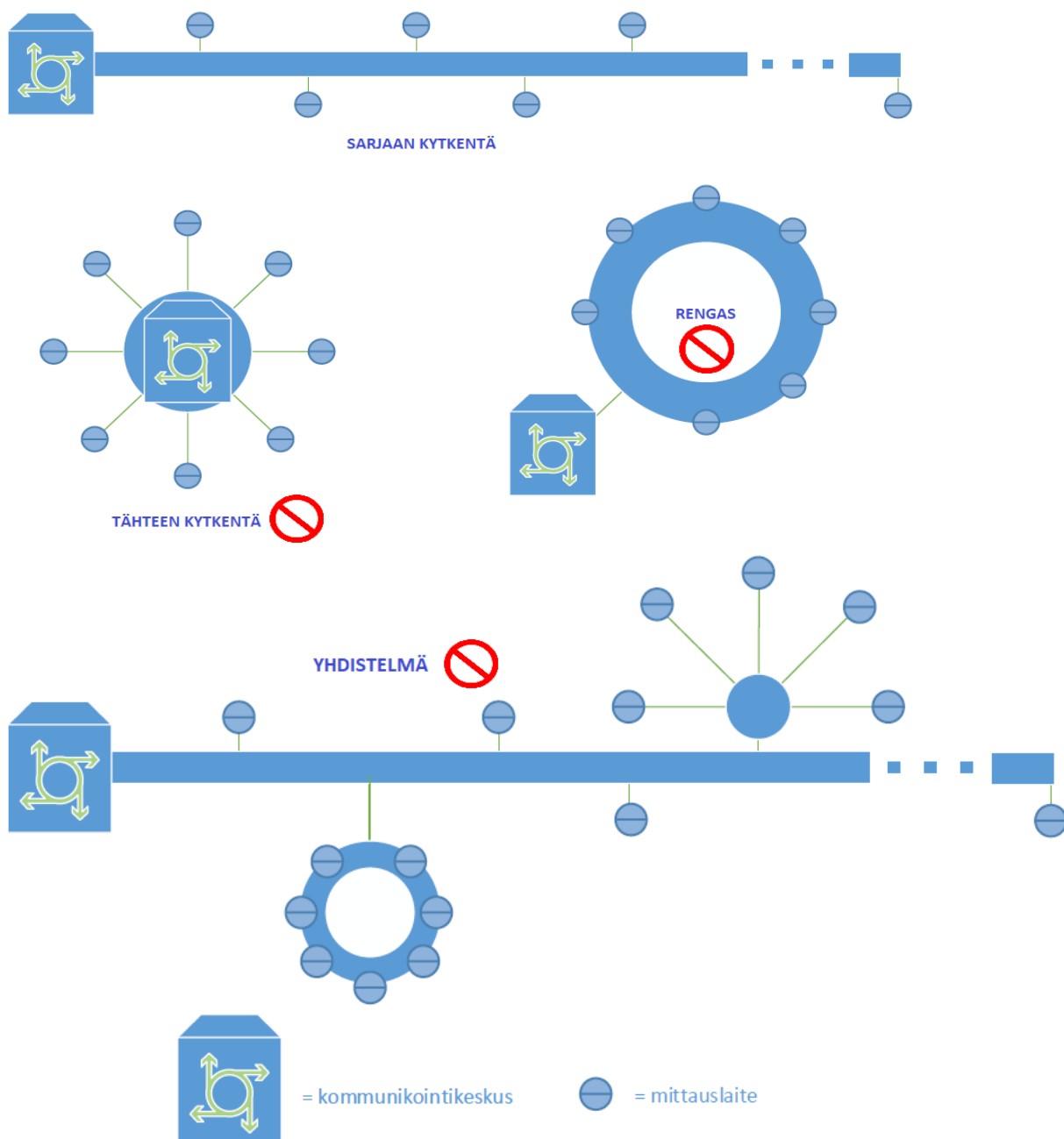


Teoriassa Modbus-väylään voidaan kytkeä 255 laitetta, mutta käytännössä ei suositella ylittää 32 laitetta. Laitteiden kappalemäärän kasvaessa kommunikointiin voi tulla häiriöitä. Väylän enimmäispituus on 1 km.

Väylätopologia

Järjestelmätopologia tulee valita niin, että kaapelin pituus on mahdollisimman lyhyt. Mitä lyhyempi kaapeli, sitä varmempi kommunikointi ja edullisempaa on toteuttaa järjestelmä. Rakennusautomaatiossa käytettävää Modbus/RTU-väylää suositellaan kytkemään ainoastaan sarjatomologiaan. Häiriöiden välttämiseksi väyläkaapelia ei suositella sijoittaa taajuusmuuttajien tai suurien moottorikäyttöjen läheisyyteen.

Väylän molempiin päihin pitää asettaa terminointivastus (120 ohm).



Kaapelointi

Väyläkaapelina käytettävä RS-485 parijohdinkaapelia. Häiriösuojausta ei vaadita eikä muita erityisvaatimuksia kaapelille ole. Väyläjännitettä varten väylälaitteisiin tulee kytkeä erillinen parikaapeli.

Väyläkaapeliesimerkkejä:

JAMAK 2X (2+1) X0,5 Parikapasitanssi (800 Hz), nimellinen: 85 nF/km



Laitteet ja kommunikointi

Väylän yleisin väylänopeus on 9600 baudia. Väylän kommunikointinopeuteen vaikuttavat:

- laitteiden määrä ja sijainti
- kaapelivalinnat ja mahdolliset sähkömagneettiset häiriöt
- käytettävä väylänopeus

Koko järjestelmän dataläpikäynti kestää yleensä muutamia sekunteja.

Proessorit ja muuntimet

Proessori sekä tarvittavat väylämuuntimet valittava mittauspisteiden mukaan.

PXC+ TXI2.OPEN



- 1 kpl PXC = max. 5 kpl TXI.OPEN
- 1 kpl TXI.OPEN = 160 Modbus DP
- 1 kpl TXI.S = 40 Modbus DP

Mittauspisteiden maksimimäärät:

| Proessori | max. Pisteet |
|--------------|--------------|
| PXC-50D/E-D | 400 |
| PXC-100D/E-D | 600 |
| PXC-200D/E-D | 1000 |

PXC001



- PXC001 = max. 250 Modbus-pistettä
- 800 Modbus-pistettä RS1-kortilla
- 2000 Modbus-pistettä RS2-kortilla

Väylävahvistimet

Modbus väylään ei löydy erillisiä väylävahvistimia. On kuitenkin olemassa RS-232 ja RS-485-muuntimia, jotka mahdollistavat väylän tähtimaisen topologiarakennelman. Proessorin ja muuntimen välisen välimatkan on oltava maksimissaan 15 metriä.



RS-232, RS-422, RS-485 -muuntaja

Suunnittelussa huomioitavia asioita

1. Kaikkien laitteiden oltava EN1434-4 -standardin mukaisia laitteita
2. Väylässä olevien laitteiden määrä kts. taulukko
3. Väyläkaapelointi ja topologia kts. topologiakuva
-suositellut väyläkaapelityypit: KLM 2x0.8, VMOHBU, JAMAK ARM

Toteutuksessa huomioitavia asioita

1. Laiteosoitteet- ja nimeämiset toteutetaan mahdollisten kerrosten ja huoneiden mukaisesti (Xworks Plus)
2. Laitteiden osoitteellistaminen ja mahdollinen testaus kannattaa suorittaa toimistossa, säästää merkittävästi aikaa
3. Laitteiden osoitteiden luominen toteutetaan erillisellä käsipäätteellä tai suoraan laitteen näyttöön. Ohjeet löytyvät kansioista **X**.
4. Testaus suoritettava Point Test -ohjelmassa, jolloin raportin saa tulostettua Raport Viewer -ohjelmasta. Ohjeet löytyvät kansioista **Y**.
5. Väylien ja laitteiden tarkempia tietoja löytyy kansiossa **Z**.

Tarvittavia lisätietoja Modbus -väylästä löytyy sivustolta <http://www.modbus.org>

